

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-075826

(43)Date of publication of application : 25.03.1997

(51)Int.Cl.

B05C 11/08  
G03F 7/16  
H01L 21/027

(21)Application number : 07-241121

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 20.09.1995

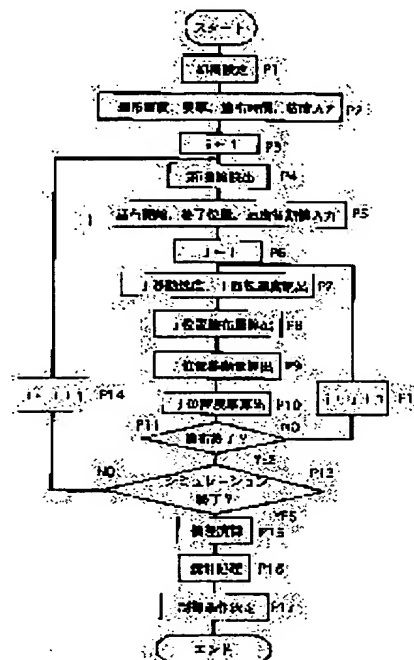
(72)Inventor : MATSUDA NAKO  
NAKA HIROYUKI  
OGURA HIROSHI

## (54) METHOD FOR DETERMINING CONDITION FOR CONTROLLING FILM THICKNESS AND APPARATUS FOR FORMING COATING FILM

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To determine a condition for controlling for obtaining the optimum film thickness in a short time.

SOLUTION: This method for determining a condition for controlling for forming a coating film in a required film thickness in an apparatus for forming the coating film by which a coating film with a required film thickness is formed on a base sheet by ejecting a processing liq. toward the base sheet while a nozzle is moved from the inner peripheral side to the outer peripheral side of the rotating base sheet and four elements of information related to the required thickness, the time for applying the processing liq., the area of application and the viscosity of the processing liq. are received (a step P2). Then, based on the received four elements of information, the number of rotation of the base sheet and the transferring speed of the nozzle are gradually changed on every divided radial position to simulate the behavior of the processing liq. on the base sheet to calculate the thickness on every divided radial position (steps P8-P10) and in accordance with this result on calculation of the film thickness, the conditions for controlling contg. the number of rotation of the base sheet and the transferring speed of the nozzle on every region are determined (a step P17).



rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the paint film formation equipment which breathes out processing liquid towards said substrate and forms the paint film of desired thickness on said substrate while moving a nozzle to a periphery side from the inner circumference side of the rotating substrate The information reception process of being the thickness control condition decision approach for acquiring the control condition for forming said paint film in the thickness of said request, and receiving four sorts of information about the thickness of said request, the spreading time amount of said processing liquid, spreading area, and the viscosity of said processing liquid, It is made to change gradually based on four sorts of information received at said information reception process for every radius location of the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle, and the discharge quantity of said nozzle which had any one classified at least. The simulation process which carries out simulation of the behavior on said substrate of said processing liquid, and computes said classified thickness for every radius location, The thickness control condition decision approach which includes the control condition decision process of acquiring the rotational frequency of said substrate, the passing speed of said nozzle, and said control condition of the discharge quantity to which any one is changed at least, according to the thickness calculation result in said simulation process.

[Claim 2] Said simulation process The spreading starting position and spreading termination location on the radius of gyration of the substrate of said nozzle, From the rotational frequency of said substrate, the passing speed of a nozzle and the setting-out process of discharge quantity that sets up any one initial value at least, and said spreading starting position to a spreading termination location One of two or more of the curves which were able to define beforehand at least one of the rotational frequency of said substrate, the passing speed of a nozzle, and discharge quantity, respectively is met. The coverage calculation process which computes the coverage for said every radius location based on four sorts of information received at the information reception process while making it change gradually for every classified radius location, The movement magnitude calculation process which computes the movement magnitude of the processing liquid containing the amount which flows out of the amount in which the processing liquid of the coverage computed at said coverage calculation process flows into said radius location by substrate revolution, and said radius location, The thickness calculation process which computes the thickness for said every radius location with the coverage computed at said coverage calculation process, and the movement magnitude computed at said movement magnitude calculation process, The thickness control condition decision approach including the repetitive process at which said curve is changed into and only the number of said curves repeats said coverage calculation process, a movement magnitude calculation process, and a thickness calculation process according to claim 1.

[Claim 3] A substrate maintenance means to be paint film formation equipment which breathes out processing liquid towards the rotating substrate and forms the paint film of desired thickness, and to hold said substrate pivotable, The discharge head which has the nozzle which carries out the regurgitation of said processing liquid towards the substrate held at said substrate maintenance means, According to the control condition acquired by carrying out simulation of the behavior of said processing liquid to a processing liquid supply means to supply processing liquid to said discharge head, and a head

migration means to turn said discharge head to migration and to move it to a periphery side from the inner circumference side of a substrate Paint film formation equipment equipped with the control means of said substrate maintenance means, said nozzle migration means, and said processing liquid supply means which controls any one at least.

[Claim 4] Paint film formation equipment according to claim 3 further equipped with a control condition decision means by which simulation determines said control condition.

[Claim 5] An information reception means to receive four sorts of information concerning [ said control condition decision means ] the thickness of said request, the spreading time amount of said processing liquid, spreading area, and the viscosity of said processing liquid, It is made to change gradually based on four sorts of information received with said information reception means for every radius location of the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle, and the discharge quantity of said nozzle which had any one classified at least. A simulation means to carry out simulation of the behavior on said substrate of said processing liquid, and to compute said classified thickness for every radius location, Paint film formation equipment according to claim 4 equipped with a control condition acquisition means to acquire the rotational frequency of said substrate, the passing speed of said nozzle, and said control condition of the discharge quantity to which any one is changed at least, according to the thickness calculation result in said simulation means.

[Claim 6] Said simulation means The spreading starting position and spreading termination location on the radius of gyration of the substrate of said nozzle, From the rotational frequency of said substrate, the passing speed of a nozzle and a setting-out reception means of discharge quantity to receive setting out with any one initial value at least, and said spreading starting position to a spreading termination location One of two or more of the curves which were able to define beforehand at least one of the rotational frequency of said substrate, the passing speed of a nozzle, and discharge quantity, respectively is met. A coverage calculation means to compute the coverage for said every radius location based on four sorts of information received with the information reception means while making it change gradually for every classified radius location, A movement magnitude calculation means to compute the movement magnitude of the processing liquid containing the amount which flows out of the amount in which the processing liquid of the coverage computed with said coverage calculation means flows into said radius location by substrate revolution, and said radius location, A thickness calculation means to compute the thickness for said every radius location with the coverage computed with said coverage calculation means, and the movement magnitude computed with said movement magnitude calculation means, Paint film formation equipment [ equipped with a repetitive means by which change said curve and only the number of said curves repeats actuation of said coverage calculation means, a movement magnitude calculation means, and a thickness calculation means ] according to claim 5.

[Claim 7] Said discharge head is paint film formation equipment given in either of claims 3-6 which has two or more nozzles which arranged at the predetermined spacing to the one direction, and have been arranged in it.

[Claim 8] Said nozzle is paint film formation equipment given in either of claims 3-7 which is the nozzle of an ink jet method. <BR>

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Moving a nozzle to a periphery side from the inner circumference side of substrates, such as the rotating optical disk substrate and liquid crystal substrate, and a semi-conductor substrate, this invention is faced breathing out processing liquid towards a substrate and forming the paint film of desired thickness, and relates to the paint film formation equipment using the approach and it which determine a thickness control condition.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the paint film formation equipment which is made to rotate a substrate and forms a paint film when applying processing liquid, such as for example, photoresist liquid, to substrates, such as a liquid crystal substrate, an optical disk substrate, and a semi-conductor substrate, and forming paint films, such as resist film, is used. This kind of paint film formation equipment is equipped with the substrate attaching part which carries out revolution maintenance of the substrate, the discharge head which has the nozzle which carries out the regurgitation of the processing liquid to the substrate held at the substrate attaching part, and the head migration section which moves a discharge head to a circumference side from the core side of a substrate.

[0003] With this paint film formation equipment, since processing liquid is applied rotating a substrate, spreading area becomes large as it goes to the circumference side of a substrate. Therefore, passing speed of a discharge head and rotational speed of a substrate are made late, or control to which the discharge quantity from a nozzle is made to increase gradually is carried out as a discharge head moves to a circumference side, in order to make thickness of a paint film into homogeneity.

[0004] Conventionally, different control conditions for every radius location for obtaining the desired thickness for this control, such as the passing speed and discharge quantity of a head, and a rotational frequency of a substrate, carry out actual spreading by the control condition acquired from the rule of thumb, repeat that trial-and-error how many times, measure thickness and are determined.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With said conventional configuration, since the control condition for applying actually, surveying thickness of the result and forming desired thickness is determined, the decision of a control condition takes long duration. Moreover, since location survey has determined the control condition, there is no guarantee whose determined control condition is optimal control condition, and it cannot discern the limitation of thickness control. For example, when a control condition is determined by trial-and-error and thickness differs from desired thickness about 1%, it cannot judge whether it can bring whether it is the limitation of control close to it and the thickness of more a request.

[0006] The technical problem of this invention is faced breathing out processing liquid to the rotating substrate and forming desired thickness, and is to enable it to determine the control condition for obtaining the optimal thickness for a short time. Another technical problem of this invention is to enable it to form the paint film of desired thickness by the optimal control condition.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The thickness control-condition decision approach concerning claim 1 is an approach for acquiring the control condition for forming a paint film in desired thickness, and includes an information reception process, a simulation process, and a decision process in the paint film formation equipment which breathes out processing liquid towards a substrate and forms the paint film of desired thickness on a substrate, moving a nozzle to a periphery side from the inner-circumference

side of the rotating substrate. An information reception process is a process which receives four sorts of information about desired thickness, the spreading time amount of processing liquid, spreading area, and the viscosity of processing liquid. A simulation process is a process which is gradually changed for every radius location of the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle, and the discharge quantity of a nozzle which had any one classified at least, carries out simulation of the behavior on the substrate of processing liquid, and computes the thickness for every classified radius location based on four sorts of information received at the information reception process. A control condition decision process is a process which acquires the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle, and the control condition of the discharge quantity that contains any one at least according to the thickness calculation result in a simulation process.

[0008] Here, since the thickness of the radius location classified at the simulation process by changing at least one of a rotational frequency, passing speed, and the discharge quantity, and carrying out simulation of the behavior on the substrate of processing liquid is computed, the control condition for obtaining the optimal thickness by the simulation result for a short time can be determined, without performing actual spreading.

[0009] The thickness control condition decision approach concerning claim 2 is set to an approach according to claim 1. A simulation process From the spreading starting position on the radius of gyration of the substrate of a nozzle and a spreading termination location, the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle and the setting-out process of discharge quantity that sets up any one initial value at least, and a spreading starting position to a spreading termination location One of two or more of the curves which were able to define beforehand at least one of the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle, and discharge quantity, respectively is met. The coverage calculation process which computes the coverage for every radius location based on four sorts of information received at the information reception process while making it change gradually for every classified radius location, The movement magnitude calculation process which computes the movement magnitude of the processing liquid containing the amount which flows out of the amount and radius location where the processing liquid of the coverage computed at the coverage calculation process flows into a radius location by substrate revolution, The thickness calculation process which computes the thickness for every radius location with the coverage computed at the coverage calculation process and the movement magnitude computed at the movement magnitude calculation process, and the repetitive process at which a curve is changed into and only the number of curved repeats a coverage calculation process, a movement magnitude calculation process, and a thickness calculation process are included.

[0010] The paint film formation equipment concerning claim 3 is equipment which breathes out processing liquid towards the rotating substrate and forms the paint film of desired thickness, and includes a substrate maintenance means, the discharge head, the processing liquid supply means, the head migration means, and the control means. A substrate maintenance means is a means to hold a substrate pivotable. The discharge head has the nozzle which carries out the regurgitation of the processing liquid towards the substrate held at the substrate maintenance means. A processing liquid supply means is a means to supply processing liquid to a discharge head. A head migration means is a means to turn a discharge head to migration and to move it to a periphery side from the inner circumference side of a substrate. A control means is the control condition acquired by carrying out simulation of the behavior of processing liquid, and inside [ it is said substrate maintenance means, said nozzle migration means, and said processing liquid supply means ] controls any one at least.

[0011] Here, even if there are few three means, either is controlled by the optimal control condition acquired by carrying out simulation, and a desired paint film can be formed. The paint film formation equipment concerning claim 4 is further equipped with a control condition decision means by which simulation determines a control condition, in equipment according to claim 3. The paint film formation equipment concerning claim 5 is set to equipment according to claim 4. A control condition decision

means An information reception means to receive four sorts of information about desired thickness, the spreading time amount of said processing liquid, spreading area, and the viscosity of said processing liquid, It is made to change gradually based on four sorts of information received with the information reception means for every radius location of the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle, and the discharge quantity of a nozzle which had any one classified at least. A simulation means to carry out simulation of the behavior on the substrate of processing liquid, and to compute the thickness for every classified radius location, According to the thickness calculation result in a simulation means, it has a control condition acquisition means to acquire the rotational frequency of a substrate, the passing speed of said nozzle, and the control condition of the discharge quantity to which any one is changed at least.

[0012] The paint film formation equipment concerning claim 6 is set to equipment according to claim 5. A simulation means The spreading starting position and spreading termination location on the radius of gyration of the substrate of a nozzle, From the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle and a setting-out reception means of discharge quantity to receive setting out with any one initial value at least, and a spreading starting position to a spreading termination location One of two or more of the curves which were able to define beforehand at least one of the rotational frequency of a substrate, the passing speed of a nozzle, and discharge quantity, respectively is met. A coverage calculation means to compute the coverage for every radius location based on four sorts of information received with the information reception means while making it change gradually for every classified radius location, A movement magnitude calculation means to compute the movement magnitude of the processing liquid containing the amount which flows out of the amount and radius location where the processing liquid of the coverage computed with the coverage calculation means flows into a radius location by substrate revolution, It has a thickness calculation means to compute the thickness for every radius location with the coverage computed with the coverage calculation means, and the movement magnitude computed with the movement magnitude calculation means, and a repetitive means by which change a curve and only the number of curved repeats actuation of a coverage calculation means, a movement magnitude calculation means, and a thickness calculation means.

[0013] It has two or more nozzles which the discharge head arranged the paint film formation equipment concerning claim 7 in the one direction at the predetermined spacing in equipment given in either of claims 3-6, and have been arranged. In equipment given in either of claims 3-7, the nozzle of the paint film formation equipment concerning claim 8 is a nozzle of an ink jet method.

[0014]

[Function] Since the thickness of the radius location classified by changing at least one of a rotational frequency, passing speed, and the discharge quantity, and carrying out simulation of the behavior on the substrate of processing liquid is computed according to the thickness control condition decision approach concerning this invention, the control condition for obtaining the optimal thickness for a short time can be determined without performing actual spreading by the simulation result.

[0015]

[Example]

Example 1 drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the control device for controlling paint film formation equipment by the arithmetic unit used for operation of one example of the control condition decision approach of this invention, and the determined control condition.

[0016] The arithmetic unit 1 which determines a control condition is the so-called personal computer, and has the body 2 of equipment carrying a CPU substrate or various I/O substrates. The external storage 5, such as a keyboard 3, CRT display 4 and HD drive, FD drive, and a CD-ROM drive, is connected to the body 2 of equipment. Moreover, the RS-232C interface substrate 6 which is a serial interface is also connected to the body 1 of equipment. By the body 1 of equipment, the thickness for every minute field in the radius location of the substrate at the time of applying processing liquid on condition that versatility is computed by carrying out simulation of the behavior of processing liquid, and

the computed thickness determines a control condition. Two or more kinds of curves for reducing the rotational speed used at the time of simulation and head passing speed for every minute field classified in the direction of a path of a substrate are stored in external storage 5 in the table format. As for this curve, what is approximated to the curve in inverse proportion to square of a radius is desirable.

[0017] The control unit 10 of a paint film control unit has the control section 11 which consists of a microcomputer which has CPU, RAM, ROM, etc. The control condition storing section 17 and other I/O sections which store the input key 12 for inputting a command and a numeric value, the various sensors 13, the processing liquid feed zone 14 that supplies processing liquid to the discharge head which carries out the regurgitation of the processing liquid, the rotary motor 15 made to rotate a substrate, the migration motor 16 to which a discharge head is moved, and the control condition determined with the arithmetic unit 1 are connected to the control section 11. Moreover, the RS-232C interface substrate 18 for the communication link with an arithmetic unit 1 is also connected to the control section 11. Both the RS-232C interface substrates 6 and 18 are connected by the connection circuit 20.

[0018] Paint film formation equipment 20 is equipped with the substrate attaching part 23 which carries out adsorption maintenance of the optical disk substrate (henceforth a substrate) 22 pivotable, the discharge head 24 which carries out the regurgitation of the processing liquid towards the substrate 22 held at the substrate attaching part 23, the processing liquid feed zone 25 which supplies processing liquid to a discharge head 24, and the head migration section 26 which moves a discharge head 24 in the direction of a path from the core side of a substrate 22 at a circumference side.

[0019] The substrate attaching part 23 has the substrate maintenance base 30 which adsorbs a substrate 22 and in which a disc-like revolution is free, and the substrate revolution motor 15 made to rotate the substrate maintenance base 30. Around the substrate attaching part 23, the wrap cup 32 is arranged in the perimeter of the held substrate 22. The discharge head 24 has the nozzles 35a-35g of seven ink jet methods. Each nozzles 35a-35g are put in order and arranged by the single tier in the one direction. The direction of a path of a nozzle is sufficient as this direction of a nozzle configuration, and it may intersect the direction of a path at an angle of predetermined.

[0020] The processing liquid feed zone 25 consists of a quantum regurgitation pump which can adjust discharge quantity, a pressurized sealing tank. The processing liquid feed zone 25 supplies the processing liquid of the fixed discharge quantity defined according to spreading area, the processing time, or thickness to a discharge head 4. The head migration section 26 moves a discharge head 24 in the direction of a path of a substrate 22 between the start location shown in drawing 1 as a continuous line, and the evacuation location shown according to a two-dot chain line. The head migration section 26 is equipped with the arm section 40 which attached the discharge head 4 at the head, the migration frame 41, the guide rail 42 of one pair of upper and lower sides, the maintenance frame 43, the screw shaft 44, and the migration motor 16. The arm section 40 has rotation section 40a for adjusting the mounting position of a discharge head 24 to the circumference of vertical axes on the way. The migration frame 41 is attached in the end face of the arm section 40. The guide rail 42 of one pair of upper and lower sides guides the migration frame 41 horizontally. The maintenance frame 43 is supported for the screw shaft 44, enabling a free revolution while holding the ends of a guide rail 42. The screw shaft 44 is arranged between guide rails 42 at a guide rail 42 and parallel, and the migration motor 16 is connected with the end. In the migration frame 41, the guide bearing (not shown) supported for a guide rail 42, enabling free sliding is attached.

[0021] Next, the procedure in which simulation determines the thickness control condition of the body 2 of equipment is explained. As shown in drawing 4, the simulation by the body 2 of equipment the radius location between the spreading starting position on a substrate 22, and a spreading termination location to minute field  $\Delta r$  partition opium poppy, The amount  $Q_{in}$  of the processing liquid which moves with a centrifugal force about minute field  $\Delta r$ , i.e., the amount which flows into minute field  $\Delta r$  with a centrifugal force, and amount  $Q_{out}$  which flows out of minute field  $\Delta r$  Processing volume  $Q_0$  which computes and is applied to it at minute field  $\Delta r$  It adds. and the result of an operation -- the



cross section  $S_r$  of the shape of a ring of minute field  $\Delta r$  \*\*\*\* -- things -- thickness  $h_r$  of minute field  $\Delta r$  It computes. That is, thickness is computed by following the (1) formula.

[0022]

$$h_r = (Q_{in} - Q_{out} + Q_0) / S_r \quad (1)$$

The thickness calculation value by this simulation and an actual measurement are shown in drawing 5 . As shown in drawing 5 , the thickness calculation value by the simulation shown with a circle [ white ] and the thickness actual measurement shown by the black dot approximate extremely, and it turns out that above-mentioned simulation is very effective.

[0023] Specifically at step P1 of drawing 3 , initial setting is performed. At step P2, the input of simulation conditions, such as viscosity of the spreading area of the substrate for simulation, desired thickness, spreading time amount, and processing liquid, is received. At step P3, the variable  $i$  which the count of simulation shows is set to 1. At step P4, the  $i$ -th curve is read among the curves stored in external storage 5. At step P5, the input of the initial value of the spreading starting position on a substrate, a spreading termination location and rotational speed, and head passing speed is received. At step P6, the variable  $j$  which shows the location of a minute field is set to 1. at step P7,  $j$  rotational speed in the minute field  $j$  of the  $i$ -th curve which carried out reading appearance at step P4, and  $j$  passing speed are read.  $j$  passing speed which carried out reading appearance at step P8, and discharge quantity -- the -- coverage  $Q_0$  from the discharge head 24 in  $j$  minute field It computes. In addition, discharge quantity is computed by the spreading area and thickness which were inputted at step P2, spreading time amount, and viscosity.  $j$  rotational speed and coverage  $Q_0$  which carried out reading appearance at step P9 from -- the -- the inflow  $Q_{in}$  and the flow  $Q_{out}$  (movement magnitude) to  $j$  minute field are computed. the (1) type above-mentioned at step P10 -- the -- thickness  $h_r$  in  $j$  minute field It computes. At step P11, it judges whether the simulation to a spreading termination location with one curve was completed. When having not ended, it shifts to step P12 and Variable  $j$  is incremented, and it returns to step P7 in order to perform simulation in the next minute field  $j+1$ .

[0024] If it judges that simulation with one curve was completed, it will shift to step P13 from step P11. At step P13, it judges whether simulation with all curves was completed. If it judges that simulation with a curve all is not completed, it will shift to step P14. At step P14, the variable  $i$  which shows the number of curved is incremented, and it returns to step P4 in order to perform simulation in the following curve  $i+1$ .

[0025] If it judges that simulation with all curves was completed, it will shift to step P15 from step P13. At step P15, the thickness calculation result for every obtained minute field is searched for for the deflection for every curve as compared with desired thickness. At step P16, statistics processing of the deflection for which it asked is carried out, and the standard deviation and the average for every curve are calculated. At step P17, the standard deviation and the average which were acquired determine the method of change of the rate in a curve with small standard deviation with the small and absolute value of the average as a control condition. The determined control condition is stored in external storage 5.

[0026] Thus, according to the acquired control condition, paint film formation equipment 20 operates according to the control flow chart shown in drawing 6 . First, at step S1 of drawing 6 , it arranges in the evacuation location which shows a discharge head 24 to drawing 2 according to a two-dot chain line at the time of this initialization that performs initial setting. At step S2, the control condition determined by the body 2 of equipment is read through the RS232C substrates 6 and 18, and it stores in the control condition storing section 17. At step S3, it waits to equip the substrate maintenance base 30 with a substrate 22. If equipped with a substrate 22, it will shift to step S4, and the variable  $j$  which shows a minute field is set to 1. At step S5, a discharge head 24 is moved to a regurgitation starting position (start location) from an evacuation location. At step S6, the initial value of the control condition in the minute field  $j$ , i.e., a control condition, is read and set from the control condition storing section 17. At step S7, the substrate revolution motor 15 and the head migration motor 16 are turned on, and the regurgitation of the processing liquid from the processing liquid feed zone 25 is started. The motors 15

and 16 at this time are controlled by read initial value. At step S8, it judges whether the discharge head 24 passed through the minute field j. If a discharge head 24 passes through the minute field j, it will shift to step S9 and Variable j will be incremented, and at step S10, the head passing speed and substrate rotational speed in the new minute field j+1 are read from the control condition storing section 17, and are set. Consequently, head passing speed and rotational speed carry out specified quantity lowering. [0027] At step S11, it judges whether spreading was completed by whether the discharge head 24 arrived at the spreading termination location. When spreading is not completed, it shifts to step S8, and actuation of step S8 to the step S10 is repeated. After spreading is completed, it shifts to step S12 from step S11, and the substrate revolution motor 15 and the head migration motor 16 are turned off, and supply of the processing liquid by the processing liquid feed zone 25 is suspended. At step S13, a substrate blowdown command is outputted to another substrate transport device, and it returns to step S3.

[0028] Here, since paint film formation equipment 20 is controlled by the optimal control condition acquired by simulation, the formed paint film tends to become desired thickness.

In the example 2 example 1, although paint film formation equipment 20 was controlled by the simulation result by the arithmetic unit 1, a control unit 10 may perform simulation and a control condition may be computed by simulation each time according to the change of viscosity and the difference among the simulation conditions (the viscosity of processing liquid, processing area, processing time, thickness) for every lot arising from temperature.

[0029] Drawing 7 shows the control unit of the paint film formation equipment by the example 2. The control unit 50 has the control section 51 which consists of a microcomputer which has CPU, RAM, ROM, etc. The keyboard 52 for inputting a command and a numeric value, the various sensors 53, the processing liquid feed zone 14 that supplies processing liquid to the discharge head which carries out the regurgitation of the processing liquid, the rotary motor 15 made to rotate a substrate, and the migration motor 16 to which a discharge head is moved are connected to the control section 51. Moreover, external storage 56 and other I/O sections, such as the temperature sensor 54 which detects the temperature of the processing liquid in a discharge head 24, the liquid crystal display 55 for a display, and a hard disk drive unit, are connected to the control section 51. The relation between the temperature for every processing liquid and viscosity is memorized on the table by ROM in a control section 51. Moreover, the control condition for every simulation conditions determined by simulation until now is stored in external storage 56. In addition, the contents of the thing and control unit 50 which are shown in drawing 2 differ, and also the configuration of paint film formation equipment 20 is the same, and omits explanation.

[0030] Next, it explains according to the control flow chart which shows the control action of an example 2 to drawing 8. Initial setting is performed at step S21 of drawing 8. Here, initial setting of storing in RAM the table showing the relation of the temperature and viscosity which were memorized in ROM is performed. Moreover, a discharge head 24 is arranged in an evacuation location. At step S22, simulation processing is performed and a control condition is determined. This simulation processing is the same as processing at steps P2-P17 of drawing 3. At step S23, it judges whether it was equipped with the substrate 22. It shifts to step P24 from step P23 until the substrate maintenance base 30 is equipped with a substrate 22. At step S24, the thermometry result of the processing liquid by the temperature sensor 54 is incorporated. At step S25, it judges whether there was any predetermined temperature change (for example, temperature change reference temperature to 1 degrees C or more). When there is a predetermined temperature change, it shifts to step S26. At step S26, the viscosity which changed from the table memorized by RAM corresponding to the temperature change is computed. If viscosity is computed, it will shift to step S28 and simulation processing will be performed. In addition, in simulation processing of step S28, the computed viscosity is automatically received in this case by reception processing of the simulation conditions (the viscosity of processing liquid, processing area, processing time, thickness) of step P2 of drawing 3.

[0031] If it judges that there is no temperature change, it will shift to step S27 from step S25. At step S27, it judges whether there was any modification of simulation conditions. An operator makes this judgment by whether the key stroke corresponding to it was performed. When there is modification of simulation conditions, it shifts to step S28 and simulation processing is performed. In simulation processing of step S28, the simulation conditions inputted by the key stroke are automatically received by reception processing of the simulation conditions of step P2 of drawing 3 . A new control condition is determined by simulation processing of this step S28. When it is judged at step S27 that there is no modification of simulation conditions, or when simulation processing is completed at step S28, it returns to step S23. In addition, when it judges that there was modification of simulation conditions at step S27, and the simulation conditions of the already determined control condition which was memorized by external storage 56 are read and there is a thing of the same simulation conditions, the control condition may be read and determined, without performing simulation processing.

[0032] If it judges that it was equipped with the substrate 22, it will shift to step S30 from step S23. At step S39, the same processing as step S4 of drawing 6 to the step S13 is performed from step S30, and a paint film is formed by predetermined thickness by the control condition determined by simulation processing. And after formation of a paint film is completed, it returns to step S23.

[0033] Here, if simulation conditions are changed, since the optimal control condition will be determined as real time by simulation processing each time and a paint film will be formed by the determined control condition, a paint film becomes close [ more ] to desired thickness.

[Other Example(s)]

(a) The body 2 of equipment may not determine a control condition automatically, but an operator may judge by the thickness computed by simulation.

(b) According to migration of a discharge head 24, a revolution of a substrate and migration of a head are not controlled simultaneously, but you may make it control any one. Moreover, the amount of supply of the processing liquid feed zone 25 may be controlled according to migration of a discharge head 24. In this case, it is necessary to make the amount of supply increase according to migration of a discharge head 25.

(c) This invention can be applied, also in case it replaces with the nozzle of an ink jet method and a paint film is formed with the usual hole vacancy nozzle.

(d) Thickness is not made into homogeneity, but this invention can be applied also when forming a paint film along with a predetermined curve.

[0034]

[Effect of the Invention] Since the thickness of the radius location classified by changing at least one of a rotational frequency, passing speed, and the discharge quantity, and carrying out simulation of the behavior on the substrate of processing liquid is computed according to the thickness control condition decision approach concerning this invention, the control condition for obtaining the optimal thickness for a short time can be determined without performing actual spreading by the simulation result.

[0035] With the paint film formation equipment concerning this invention, since either is controlled by the optimal control condition acquired by carrying out simulation even if there are few three means, the paint film near a desired paint film can be formed easily.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram of the control device of the arithmetic unit used for operation of the control condition decision approach concerning this invention, and paint film formation equipment

[Drawing 2] The perspective view of paint film formation equipment

[Drawing 3] The flow chart which shows the control condition decision procedure by the arithmetic unit

[Drawing 4] Drawing explaining a simulation-analysis model

[Drawing 5] The graph which shows the thickness computed by simulation and an actual measurement

[Drawing 6] The control flow chart of paint film formation equipment

[Drawing 7] The block diagram of the control device of the paint film formation equipment by the example 2 of this invention

[Drawing 8] The flow chart which shows the control action of an example 2

[Description of Notations]

1 Arithmetic Unit

2 Body of Equipment

3 Keyboard

5 56 External storage

10 50 Control unit

11 51 Control section

12 Input Key

14 Processing Liquid Feed Zone

15 Substrate Revolution Motor

16 Head Migration Motor

17 Control Condition Storing Section

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-75826

(43)公開日 平成9年(1997)3月25日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 5 C 11/08			B 0 5 C 11/08	
G 0 3 F 7/16	5 0 2		G 0 3 F 7/16	5 0 2
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 6 4 C 5 6 4 D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平7-241121

(22)出願日 平成7年(1995)9月20日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 松田 直子

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 中 裕之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 小倉 洋

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1  
号 松下技研株式会社内

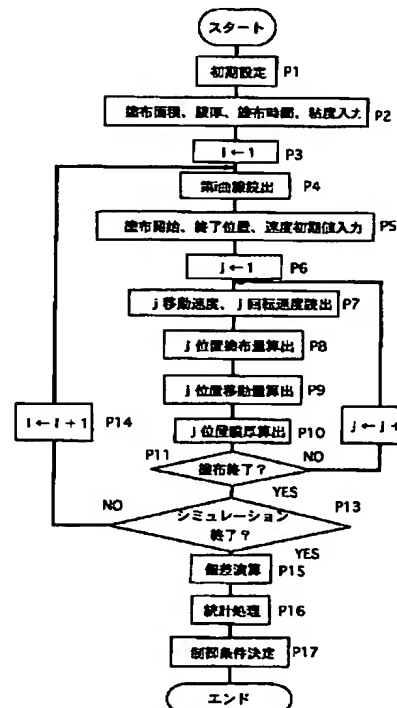
(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54)【発明の名称】 膜厚制御条件決定方法および塗膜形成装置

(57)【要約】

【目的】 短時間で最適な膜厚を得るための制御条件を決定できるようにする。

【構成】 膜厚制御条件決定方法は、回転する基板の内周側から外周側にノズルを移動させながら、基板に向けて処理液を吐出して所望の膜厚の塗膜を基板上に形成する塗膜形成装置において、塗膜を所望の膜厚に形成するための制御条件を得るための方法であって、所望の膜厚と処理液の塗布時間と塗布面積と処理液の粘度とに関する4種の情報を受け付け（ステップP2）、受け付けられた4種の情報に基づき、基板の回転数およびノズルの移動速度を区分けされた半径位置毎に徐々に変化させて処理液の基板上での挙動をシミュレーションし、区分けされた半径位置毎の膜厚を算出し（ステップP8～P10）、この膜厚算出結果に応じて、領域毎の基板の回転数およびノズルの移動速度を含む制御条件を決定する（ステップP17）。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転する基板の内周側から外周側にノズルを移動させながら、前記基板に向けて処理液を吐出して所望の膜厚の塗膜を前記基板上に形成する塗膜形成装置において、前記塗膜を前記所望の膜厚に形成するための制御条件を得るための膜厚制御条件決定方法であって、

前記所望の膜厚と前記処理液の塗布時間と塗布面積と前記処理液の粘度とに関する 4 種の情報を受け付ける情報受付工程と、

前記情報受付工程で受け付けられた 4 種の情報に基づき、基板の回転数、ノズルの移動速度および前記ノズルの吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを区分けされた半径位置毎に徐々に変化させ、前記処理液の前記基板上での挙動をシミュレーションし、前記区分けされた半径位置毎の膜厚を算出するシミュレーション工程と、前記シミュレーション工程での膜厚算出結果に応じて、前記基板の回転数、前記ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを変化させる前記制御条件を得る制御条件決定工程と、を含む膜厚制御条件決定方法。

【請求項 2】 前記シミュレーション工程は、前記ノズルの基板の回転半径上での塗布開始位置および塗布終了位置と、前記基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量の少なくともいずれかひとつの初期値とを設定する設定工程と、

前記塗布開始位置から塗布終了位置まで、前記基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともひとつをそれぞれ予め定められた複数の曲線のひとつに沿って、区分けされた半径位置毎に徐々に変化させながら前記半径位置毎の塗布量を情報受付工程で受け付けられた 4 種の情報に基づき算出する塗布量算出工程と、前記塗布量算出工程で算出された塗布量の処理液が基板回転により前記半径位置に流入する量および前記半径位置から流出する量を含む処理液の移動量を算出する移動量算出工程と、

前記塗布量算出工程で算出された塗布量と、前記移動量算出工程で算出された移動量とにより前記半径位置毎の膜厚を算出する膜厚算出工程と、

前記曲線を変更して前記塗布量算出工程、移動量算出工程および膜厚算出工程を前記曲線の数だけ繰り返す反復工程と、を含んでいる、請求項 1 記載の膜厚制御条件決定方法。

【請求項 3】 回転する基板に向けて処理液を吐出して所望の膜厚の塗膜を形成する塗膜形成装置であって、前記基板を回転可能に保持する基板保持手段と、前記処理液を前記基板保持手段に保持された基板に向けて吐出するノズルを有する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドに処理液を供給する処理液供給手段と、前記吐出ヘッドを基板の内周側から外周側に移動に向け

2

て移動させるヘッド移動手段と、

前記処理液の挙動をシミュレーションすることで得られた制御条件により、前記基板保持手段、前記ノズル移動手段および前記処理液供給手段のうちの少なくともいずれかひとつを制御する制御手段と、を備えた塗膜形成装置。

【請求項 4】 前記制御条件をシミュレーションにより決定する制御条件決定手段をさらに備える、請求項 3 記載の塗膜形成装置。

10 【請求項 5】 前記制御条件決定手段は、前記所望の膜厚と前記処理液の塗布時間と塗布面積と前記処理液の粘度とに関する 4 種の情報を受け付ける情報受付手段と、

前記情報受付手段で受け付けられた 4 種の情報に基づき、基板の回転数、ノズルの移動速度および前記ノズルの吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを区分けされた半径位置毎に徐々に変化させ、前記処理液の前記基板上での挙動をシミュレーションし、前記区分けされた半径位置毎の膜厚を算出するシミュレーション手段と、

20 前記シミュレーション手段での膜厚算出結果に応じて、前記基板の回転数、前記ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを変化させる前記制御条件を得る制御条件獲得手段と、を備えている、請求項 4 記載の塗膜形成装置。

【請求項 6】 前記シミュレーション手段は、前記ノズルの基板の回転半径上での塗布開始位置および塗布終了位置と、前記基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量の少なくともいずれかひとつの初期値との設定を受け付ける設定受付手段と、

30 前記塗布開始位置から塗布終了位置まで、前記基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともひとつをそれぞれ予め定められた複数の曲線のひとつに沿って、区分けされた半径位置毎に徐々に変化させながら前記半径位置毎の塗布量を情報受付手段で受け付けられた 4 種の情報に基づき算出する塗布量算出手段と、前記塗布量算出手段で算出された塗布量の処理液が基板回転により前記半径位置に流入する量および前記半径位置から流出する量を含む処理液の移動量を算出する移動量算出手段と、

40 前記塗布量算出手段で算出された塗布量と、前記移動量算出手段で算出された移動量とにより前記半径位置毎の膜厚を算出する膜厚算出手段と、前記曲線を変更して前記塗布量算出手段、移動量算出手段および膜厚算出手段の動作を前記曲線の数だけ繰り返す反復手段と、を備えている、請求項 5 記載の塗膜形成装置。

【請求項 7】 前記吐出ヘッドは、一方向に所定の間隔で並べて配置された複数のノズルを有している、請求項 3 から 6 のいずれかに記載の塗膜形成装置。

50 【請求項 8】 前記ノズルは、インクジェット方式のノ

(3)

3

ズルである、請求項3から7のいずれかに記載の塗膜形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、回転する光ディスク基板や液晶基板や半導体基板等の基板の内周側から外周側にノズルを移動させながら、基板に向けて処理液を吐出して所望の膜厚の塗膜を形成するに際して、膜厚制御条件を決定する方法およびそれを用いた塗膜形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、液晶基板、光ディスク基板、半導体基板等の基板に、たとえばフォトリソ液等の処理液を塗布してレジスト膜等の塗膜を形成する場合、基板を回転させて塗膜を形成する塗膜形成装置が用いられる。この種の塗膜形成装置は、基板を回転保持する基板保持部と、基板保持部に保持された基板に処理液を吐出するノズルを有する吐出ヘッドと、吐出ヘッドを基板の中心側から周辺側に移動させるヘッド移動部とを備えている。

【0003】この塗膜形成装置では、基板を回転させながら処理液を塗布しているので、基板の周辺側にいくに従い塗布面積が大きくなる。したがって、塗膜の厚みを均一にするために、吐出ヘッドが周辺側に移動するにつれて、吐出ヘッドの移動速度や基板の回転速度を遅くしたり、ノズルからの吐出量を徐々に増加させるような制御が実施されている。

【0004】この制御のための、所望の膜厚を得るための半径位置毎に異なるヘッドの移動速度や吐出量や基板の回転数等の制御条件は、従来、経験則から得られた制御条件で実際の塗布を実施して何度かの試行錯誤を繰り返し膜厚を測定して決定されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記従来の構成では、実際に塗布を行い、その結果の膜厚を実測して所望の膜厚を形成するための制御条件を決定しているので、制御条件の決定に長時間を要する。また、制御条件を実測により決定しているので、決定された制御条件が最適の制御条件である保証はなく、膜厚制御の限界を見極めることができない。たとえば、試行錯誤で制御条件を決定した場合、膜厚が1%程度所望の膜厚と異なるとき、それが制御の限界なのか、それとももっと所望の膜厚に近づけることができるのかが判断できない。

【0006】本発明の課題は、回転する基板に処理液を吐出して所望の膜厚を形成するに際し、短時間で最適な膜厚を得るための制御条件を決定できるようにすることにある。本発明の別の課題は、最適な制御条件で所望の膜厚の塗膜を形成できるようにすることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る膜厚制御

4

条件決定方法は、回転する基板の内周側から外周側にノズルを移動させながら、基板に向けて処理液を吐出して所望の膜厚の塗膜を基板上に形成する塗膜形成装置において、塗膜を所望の膜厚に形成するための制御条件を得るための方法であって、情報受付工程と、シミュレーション工程と、決定工程とを含んでいる。情報受付工程は、所望の膜厚と処理液の塗布時間と塗布面積と処理液の粘度とに関する4種の情報を受け付ける工程である。シミュレーション工程は、情報受付工程で受け付けられた4種の情報に基づき、基板の回転数、ノズルの移動速度およびノズルの吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを区分けされた半径位置毎に徐々に変化させて処理液の基板上での挙動をシミュレーションし、区分けされた半径位置毎の膜厚を算出する工程である。制御条件決定工程は、シミュレーション工程での膜厚算出結果に応じて、基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを含む制御条件を得る工程である。

【0008】ここでは、シミュレーション工程で、処理液の基板上での挙動を、回転数、移動速度、吐出量の少なくともひとつを変化させてシミュレーションして区分けされた半径位置の膜厚を算出しているので、実際の塗布を行うことなくシミュレーション結果により短時間で最適な膜厚を得るための制御条件を決定できるようになる。

【0009】請求項2に係る膜厚制御条件決定方法は、請求項1記載の方法において、シミュレーション工程は、ノズルの基板の回転半径上での塗布開始位置および塗布終了位置と、基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量の少なくともいずれかひとつの初期値とを設定する設定工程と、塗布開始位置から塗布終了位置まで、基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともひとつをそれぞれ予め定められた複数の曲線のひとつに沿って、区分けされた半径位置毎に徐々に変化させながら半径位置毎の塗布量を情報受付工程で受け付けられた4種の情報に基づき算出する塗布量算出工程と、塗布量算出工程で算出された塗布量の処理液が基板回転により半径位置に流入する量および半径位置から流出する量を含む処理液の移動量を算出する移動量算出工程と、塗布量算出工程で算出された塗布量と、移動量算出工程で算出された移動量とにより半径位置毎の膜厚を算出する膜厚算出工程と、曲線を変更して塗布量算出工程、移動量算出工程および膜厚算出工程を曲線の数だけ繰り返す反復工程とを含んでいる。

【0010】請求項3に係る塗膜形成装置は、回転する基板に向けて処理液を吐出して所望の膜厚の塗膜を形成する装置であって、基板保持手段と、吐出ヘッドと、処理液供給手段と、ヘッド移動手段と、制御手段とを含んでいる。基板保持手段は、基板を回転可能に保持する手段である。吐出ヘッドは、処理液を基板保持手段に保持



(4)

5

された基板に向けて吐出するノズルを有している。処理液供給手段は、吐出ヘッドに処理液を供給する手段である。ヘッド移動手段は、吐出ヘッドを基板の内周側から外周側に移動に向けて移動させる手段である。制御手段は、処理液の挙動をシミュレーションすることにより得られた制御条件で、前記基板保持手段、前記ノズル移動手段および前記処理液供給手段のうちの少なくともいずれかひとつを制御する。

【0011】ここでは、シミュレーションすることにより得られた最適な制御条件で3つの手段の少なくともいずれかを制御して所望の塗膜を形成できる。請求項4に係る塗膜形成装置は、請求項3記載の装置において、制御条件をシミュレーションにより決定する制御条件決定手段をさらに備えている。請求項5に係る塗膜形成装置は、請求項4記載の装置において、制御条件決定手段は、所望の膜厚と前記処理液の塗布時間と塗布面積と前記処理液の粘度とに関する4種の情報を受け付ける情報受付手段と、情報受付手段で受け付けられた4種の情報に基づき、基板の回転数、ノズルの移動速度およびノズルの吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを区分けされた半径位置毎に徐々に変化させ、処理液の基板上での挙動をシミュレーションし、区分けされた半径位置毎の膜厚を算出するシミュレーション手段と、シミュレーション手段での膜厚算出結果に応じて、基板の回転数、前記ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともいずれかひとつを変化させる制御条件を得る制御条件獲得手段とを備えている。

【0012】請求項6に係る塗膜形成装置は、請求項5記載の装置において、シミュレーション手段は、ノズルの基板の回転半径上での塗布開始位置および塗布終了位置と、基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量の少なくともいずれかひとつの初期値との設定を受け付ける設定受付手段と、塗布開始位置から塗布終了位置まで、基板の回転数、ノズルの移動速度および吐出量のうちの少なくともひとつをそれぞれ予め定められた複数の曲線のひとつに沿って、区分けされた半径位置毎に徐々に変化させながら半径位置毎の塗布量を情報受付手段で受け付けられた4種の情報に基づき算出する塗布量算出手段と、塗布量算出手段で算出された塗布量の処理液が基板回転により半径位置に流入する量および半径位置から流出する量を含む処理液の移動量を算出する移動量算出手段と、塗布量算出手段で算出された塗布量と、移動量算出手段で算出された移動量とにより半径位置毎の膜厚を算出する膜厚算出手段と、曲線を変更して塗布量算出手段、移動量算出手段および膜厚算出手段の動作を曲線の数だけ繰り返す反復手段とを備えている。

【0013】請求項7に係る塗膜形成装置は、請求項3から6のいずれかに記載の装置において、吐出ヘッドは、一方向に所定の間隔で並べて配置された複数のノズルを有している。請求項8に係る塗膜形成装置は、請求

6

項3から7のいずれかに記載の装置において、ノズルは、インクジェット方式のノズルである。

【0014】

【作用】本発明に係る膜厚制御条件決定方法によれば、処理液の基板上での挙動を、回転数、移動速度、吐出量の少なくともひとつを変化させてシミュレーションして区分けされた半径位置の膜厚を算出しているの、シミュレーション結果により実際の塗布を行うことなく短時間で最適な膜厚を得るための制御条件を決定できるようになる。

【0015】

【実施例】

## 実施例1

図1は、本発明の制御条件決定方法の一実施例の実施に用いる演算装置および決定された制御条件で塗膜形成装置を制御するための制御装置の構成を示すブロック図である。

【0016】制御条件を決定する演算装置1は、いわゆるパーソナルコンピュータであり、CPU基板や各種I/O基板を搭載した装置本体2を有している。装置本体2には、キーボード3、CRTディスプレイ4およびHDDドライブ、FDドライブ、CDROMドライブ等の外部記憶装置5が接続されている。また、装置本体1には、シリアルインターフェイスであるRS232Cインターフェイス基板6も接続されている。装置本体1では、種々の条件で処理液を塗布した場合の基板の半径位置における微小領域毎の膜厚を、処理液の挙動をシミュレーションすることで算出し、算出された膜厚により制御条件を決定する。外部記憶装置5には、シミュレーション時に用いる回転速度やヘッド移動速度を基板の径方向に区分けされた微小領域毎に低下させるための複数種類の曲線がテーブル形式で格納されている。この曲線は、たとえば、半径の二乗に反比例する曲線に近似するものが好ましい。

【0017】塗膜制御装置の制御装置10は、CPU、RAM、ROM等を有するマイクロコンピュータからなる制御部11を有している。制御部11には、指令や数値を入力するための入力キー12、各種センサ13、処理液を吐出する吐出ヘッドに処理液を供給する処理液供給部14、基板を回転させる回転モータ15、吐出ヘッドを移動させる移動モータ16、演算装置1で決定された制御条件を格納する制御条件格納部17および他の入出力部が接続されている。また、制御部11には、演算装置1との通信用のRS232Cインターフェイス基板18も接続されている。両RS232Cインターフェイス基板6、18は、接続回線20により接続されている。

【0018】塗膜形成装置20は、光ディスク基板（以下、基板という）22を回転可能に吸着保持する基板保持部23と、基板保持部23に保持された基板22に向

50



(5)

7

けて処理液を吐出する吐出ヘッド24と、吐出ヘッド24に処理液を供給する処理液供給部25と、吐出ヘッド24を基板22の中心側から周辺側に径方向に移動させるヘッド移動部26とを備えている。

【0019】基板保持部23は、基板22を吸着する円板状の回転自在な基板保持台30と、基板保持台30を回転させる基板回転モータ15とを有している。基板保持部23の周囲には、保持された基板22の周囲を覆うカップ32が配置されている。吐出ヘッド24は、たとえば7個のインクジェット方式のノズル35a~35gを有している。各ノズル35a~35gは、一方向に一列に並べて配列されている。このノズル配列方向はノズルの径方向でもよく、径方向と所定の角度で交差しているもよい。

【0020】処理液供給部25は、たとえば、吐出量を調整可能な定量吐出ポンプや加圧された密閉タンク等から構成されている。処理液供給部25は、塗布面積や処理時間や膜厚に応じて定められた一定吐出量の処理液を吐出ヘッド4に供給する。ヘッド移動部26は、図1に実線で示すスタート位置と、2点鎖線で示す退避位置との間で吐出ヘッド24を、基板22の径方向に移動させる。ヘッド移動部26は、吐出ヘッド4を先端に取り付けたアーム部40と、移動フレーム41と、上下1対のガイドレール42と、保持フレーム43と、ネジ軸44と、移動モータ16とを備えている。アーム部40は、\*

$$h_r = (Q_{in} - Q_{out} + Q_0) / S_r \quad \text{--- (1)}$$

このシミュレーションによる膜厚算出値と、実測値とを図5に示す。図5に示すように、白丸で示したシミュレーションによる膜厚算出値と、黒丸で示した膜厚実測値とが極めて近似し、上述のシミュレーションが極めて有効であることがわかる。

【0023】具体的には、図3のステップP1では、初期設定を行う。ステップP2では、シミュレーション対象の基板の塗布面積、所望の膜厚、塗布時間、処理液の粘度等のシミュレーション条件の入力を受け付ける。ステップP3では、シミュレーション回数の示す変数iを1にセットする。ステップP4では、外部記憶装置5に格納された曲線のうち、第i曲線を読み出す。ステップP5では、基板上の塗布開始位置、塗布終了位置および回転速度とヘッド移動速度との初期値の入力を受け付ける。ステップP6では、微小領域の位置を示す変数jを1にセットする。ステップP7では、ステップP4で読み出した第i曲線の微小領域jでのj回転速度、j移動速度を読み出す。ステップP8では、読み出したj移動速度と、吐出量とにより第j微小領域での吐出ヘッド24からの塗布量 $Q_0$ を算出する。なお、吐出量は、ステップP2で入力された塗布面積、膜厚、塗布時間および粘度により算出される。ステップP9では、読み出したj回転速度と塗布量 $Q_0$ から、第j微小領域に対する流入量 $Q_{in}$ および流出量 $Q_{out}$ （移動量）を算出する。ス

8

\*吐出ヘッド24の取付姿勢を垂直軸回りに調節するための回転部40aを途中に有している。移動フレーム41は、アーム部40の基端に取り付けられている。上下1対のガイドレール42は、移動フレーム41を水平方向に案内する。保持フレーム43は、ガイドレール42の両端を保持するとともにネジ軸44を回転自在に支持する。ネジ軸44は、ガイドレール42間においてガイドレール42と平行に配置されており、一端に移動モータ16が連結されている。移動フレーム41内には、ガイドレール42に摺動自在に支持されるガイド軸受（図示せず）が取り付けられている。

【0021】次に、装置本体2の膜厚制御条件をシミュレーションにより決定する手順について説明する。装置本体2によるシミュレーションは、図4に示すように、基板22上の塗布開始位置と塗布終了位置との間の半径位置を微小領域 $\Delta r$ に区分けし、微小領域 $\Delta r$ について遠心力で移動する処理液の量、つまり遠心力で微小領域 $\Delta r$ に流入する量 $Q_{in}$ と、微小領域 $\Delta r$ から流出する量 $Q_{out}$ とを算出し、それに微小領域 $\Delta r$ に塗布される処理液量 $Q_0$ を加える。そして、その演算結果を微小領域 $\Delta r$ のリング状の断面積 $S_r$ で除すことで、微小領域 $\Delta r$ の膜厚 $h_r$ を算出する。すなわち、下記(1)式で膜厚を算出する。

【0022】

ステップP10では、前述の(1)式により第j微小領域での膜厚 $h_r$ を算出する。ステップP11では、1つの曲線による塗布終了位置までのシミュレーションが終了したか否かを判断する。終了していない場合には、ステップP12に移行して変数jをインクリメントし、次の微小領域j+1でのシミュレーションを行うべく、ステップP7に戻る。

【0024】1つの曲線によるシミュレーションが終了したと判断すると、ステップP11からステップP13に移行する。ステップP13では、全ての曲線によるシミュレーションが終了したか否かを判断する。全て曲線によるシミュレーションが終了していないと判断すると、ステップP14に移行する。ステップP14では、曲線の数を示す変数iをインクリメントし、次の曲線i+1でのシミュレーションを行うべく、ステップP4に戻る。

【0025】全ての曲線によるシミュレーションが終了したと判断するとステップP13からステップP15に移行する。ステップP15では、得られた各微小領域毎の膜厚算出結果を各曲線毎に、所望の膜厚と比較し、その偏差を求める。ステップP16では、求めた偏差を統計処理し、各曲線毎の標準偏差と平均値とを求める。ステップP17では、得られた標準偏差と平均値とにより、平均値の絶対値が小さくかつ標準偏差が小さな曲線

(6)

9

における速度の変化の仕方を制御条件として決定する。決定された制御条件は、たとえば、外部記憶装置5に格納される。

【0026】このようにして得られた制御条件により、塗膜形成装置20は、図6に示す制御フローチャートに従って動作する。まず、図6のステップS1では、初期設定を行う、この初期設定時に吐出ヘッド24を図2に2点鎖線で示す退避位置に配置する。ステップS2では、装置本体2で決定された制御条件をRS232C基板6、18を介して読み込み、制御条件格納部17に格納する。ステップS3では、基板22が基板保持台30に装着されるのを待つ。基板22が装着されるとステップS4に移行し、微小領域をしめす変数jを1にセットする。ステップS5では、吐出ヘッド24を退避位置から吐出開始位置（スタート位置）に移動させる。ステップS6では、制御条件格納部17から微小領域jにおける制御条件、つまり、制御条件の初期値を読み出しセットする。ステップS7では、基板回転モータ15、ヘッド移動モータ16をオンし、処理液供給部25からの処理液の吐出を開始する。このときのモータ15、16は、読み出した初期値で制御される。ステップS8では、吐出ヘッド24が微小領域jを通過したか否かを判断する。吐出ヘッド24が微小領域jを通過するとステップS9に移行して変数jをインクリメントし、ステップS10で新たな微小領域j+1でのヘッド移動速度および基板回転速度を制御条件格納部17から読み出しセットする。この結果、ヘッド移動速度および回転速度が所定量低下する。

【0027】ステップS11では、塗布終了位置に吐出ヘッド24が到着したか否かにより塗布が終了したか否かを判断する。塗布が終了していないときにはステップS8に移行し、ステップS8からステップS10の動作を繰り返す。塗布が終了するとステップS11からステップS12に移行し、基板回転モータ15、ヘッド移動モータ16をオフし、処理液供給部25による処理液の供給を停止する。ステップS13では、基板排出指令を別の基板搬送装置に出力し、ステップS3に戻る。

【0028】ここでは、シミュレーションにより得られた最適の制御条件で塗膜形成装置20が制御されるので、形成された塗膜が所望の膜厚になりやすい。

#### 実施例2

実施例1では、演算装置1によるシミュレーション結果により塗膜形成装置20を制御したが、制御装置10でシミュレーションを行い、温度による粘度の変化やロット毎のシミュレーション条件（処理液の粘度、処理面積、処理時間、膜厚）の違いに応じて、その都度シミュレーションにより制御条件を算出してもよい。

【0029】図7は実施例2による塗膜形成装置の制御装置を示している。制御装置50は、CPU、RAM、ROM等を有するマイクロコンピュータからなる制御部

10

51を有している。制御部51には、指令や数値を入力するためのキーボード52、各種センサ53、処理液を吐出する吐出ヘッドに処理液を供給する処理液供給部14、基板を回転させる回転モータ15、吐出ヘッドを移動させる移動モータ16が接続されている。また、制御部51には、吐出ヘッド24での処理液の温度を検出する温度センサ54、表示用の液晶ディスプレイ55、ハードディスク装置等の外部記憶装置56および他の入出力部が接続されている。制御部51内のROMには、処理液毎の温度と粘度との関係がテーブルで記憶されている。また、外部記憶装置56には、今までにシミュレーションにより決定されたシミュレーション条件毎の制御条件が格納されている。なお、塗膜形成装置20の構成は、図2に示すものと制御装置50の内容が異なる他は同様であり、説明を省略する。

【0030】次に、実施例2の制御動作を、図8に示す制御フローチャートにしたがって説明する。図8のステップS21では、初期設定を行う。ここでは、ROM内に記憶された温度と粘度との関係を示すテーブルをRAMに格納する等の初期設定を行う。また、吐出ヘッド24を退避位置に配置する。ステップS22では、シミュレーション処理を行い、制御条件を決定する。このシミュレーション処理は、図3のステップP2～P17での処理と同様である。ステップS23では、基板22が装着されたか否かを判断する。基板22が基板保持台30に装着されるまでは、ステップP23からステップP24に移行する。ステップS24では、温度センサ54による処理液の温度測定結果を取り込む。ステップS25では、所定の温度変化（たとえば、基準温度から1℃以上の温度変化）があったか否かを判断する。所定の温度変化があった場合には、ステップS26に移行する。ステップS26では、RAMに記憶されたテーブルから温度変化に対応して変化した粘度を算出する。粘度を算出するとステップS28に移行し、シミュレーション処理を行う。なお、この場合、ステップS28のシミュレーション処理において、図3のステップP2のシミュレーション条件（処理液の粘度、処理面積、処理時間、膜厚）の受付処理では、算出された粘度が自動的に受け付けられる。

【0031】温度変化がないと判断するとステップS25からステップS27に移行する。ステップS27では、シミュレーション条件の変更があったか否かを判断する。この判断は、たとえば、オペレータがそれに対応するキー操作を行ったか否かにより行う。シミュレーション条件の変更があった場合には、ステップS28に移行し、シミュレーション処理を行う。ステップS28のシミュレーション処理において、図3のステップP2のシミュレーション条件の受付処理では、キー操作により入力されたシミュレーション条件が自動的に受け付けられる。このステップS28のシミュレーション処理によ

(7)

11

り新たな制御条件が決定される。ステップS 2 7でシミュレーション条件の変更がないと判断した場合またはステップS 2 8でシミュレーション処理が終了した場合はステップS 2 3に戻る。なお、ステップS 2 7でシミュレーション条件の変更があったと判断したとき、外部記憶装置5 6に記憶された既に決定された制御条件のシミュレーション条件を読み出し、同じシミュレーション条件のものがある場合には、シミュレーション処理を行わずに、その制御条件を読み出して決定してもよい。

【0 0 3 2】基板2 2が装着されたと判断するとステップS 2 3からステップS 3 0に移行する。ステップS 3 0からステップS 3 9では、図6のステップS 4からステップS 1 3と同様な処理を行い、シミュレーション処理により決定された制御条件で塗膜を所定の膜厚で形成する。そして塗膜の形成が終了するとステップS 2 3に戻る。

【0 0 3 3】ここでは、シミュレーション条件が変更されると、その都度シミュレーション処理により最適な制御条件がリアルタイムに決定され、決定された制御条件で塗膜が形成されるので、塗膜がより所望の膜厚に近くなる。

〔他の実施例〕

(a) 制御条件の決定を装置本体2で自動的に行うのではなく、オペレータがシミュレーションによって算出された膜厚により判断してもよい。

(b) 吐出ヘッド2 4の移動に応じて基板の回転とヘッドの移動とを同時に制御せず、いずれかひとつを制御するようにしてもよい。また、処理液供給部2 5の供給量を吐出ヘッド2 4の移動に応じて制御してもよい。この場合には、吐出ヘッド2 5の移動に応じて供給量を増30 加させる必要がある。

(c) インクジェット方式のノズルに代えて通常の孔あきノズルで塗膜を形成する際にも本発明を適用できる。

(d) 膜厚を均一にするのではなく、所定の曲線に沿って塗膜を形成する場合にも本発明を適用できる。

【0 0 3 4】

12

【発明の効果】本発明に係る膜厚制御条件決定方法によれば、処理液の基板上での挙動を、回転数、移動速度、吐出量の少なくともひとつを変化させてシミュレーションして区分けされた半径位置の膜厚を算出しているの35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

【0 0 3 5】本発明に係る塗膜形成装置では、シミュレーションすることにより得られた最適な制御条件で3つの手段の少なくともいずれかが制御されるので、所望の塗膜に近い塗膜を簡単に形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る制御条件決定方法の実施に用いる演算装置および塗膜形成装置の制御装置のブロック図

【図2】塗膜形成装置の斜視図

【図3】演算装置による制御条件決定手順を示すフローチャート

【図4】シミュレーション解析モデルを説明する図

【図5】シミュレーションにより算出された膜厚と実測値とを示すグラフ

【図6】塗膜形成装置の制御フローチャート

【図7】本発明の実施例2による塗膜形成装置の制御装置のブロック図

【図8】実施例2の制御動作を示すフローチャート

【符号の説明】

1 演算装置

2 装置本体

3 キーボード

5, 5 6 外部記憶装置

1 0, 5 0 制御装置

1 1, 5 1 制御部

1 2 入力キー

1 4 処理液供給部

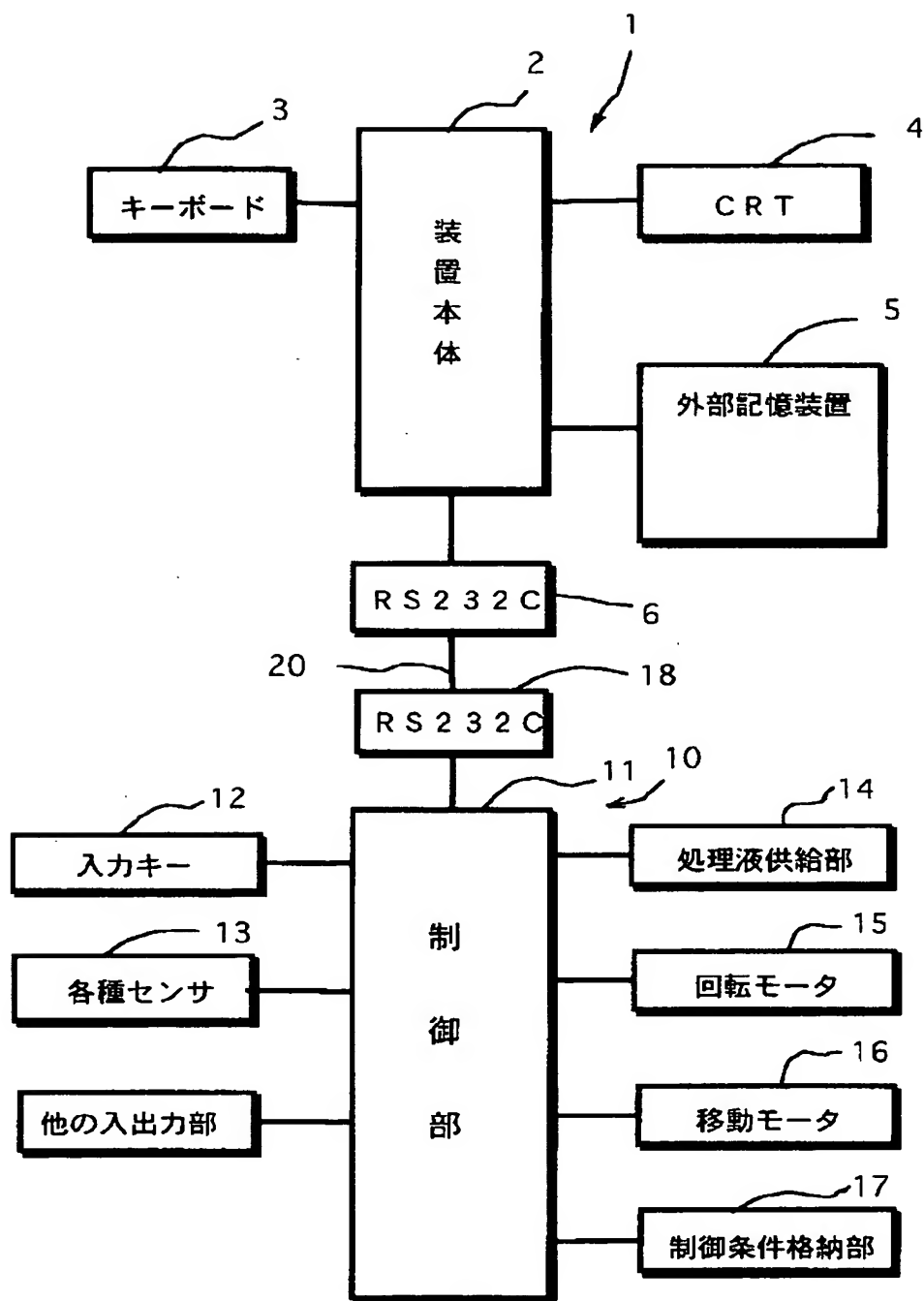
1 5 基板回転モータ

1 6 ヘッド移動モータ

1 7 制御条件格納部

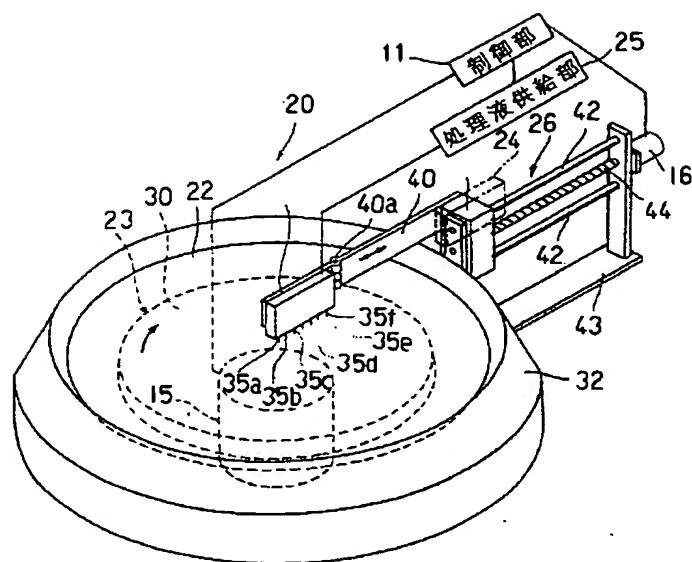
(8)

【図1】

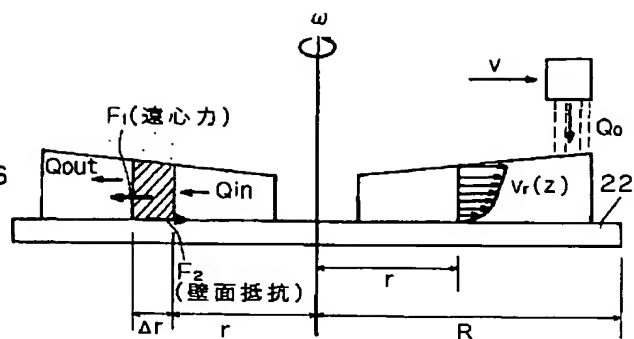


(9)

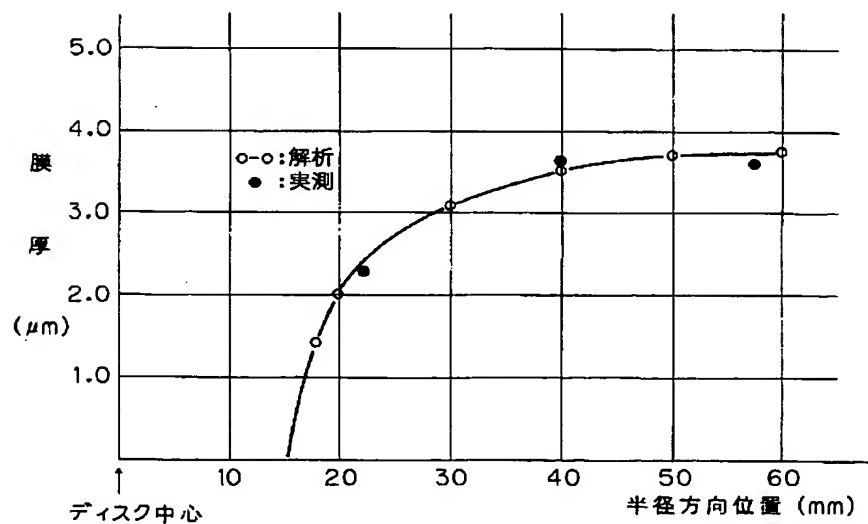
【図2】



【図4】

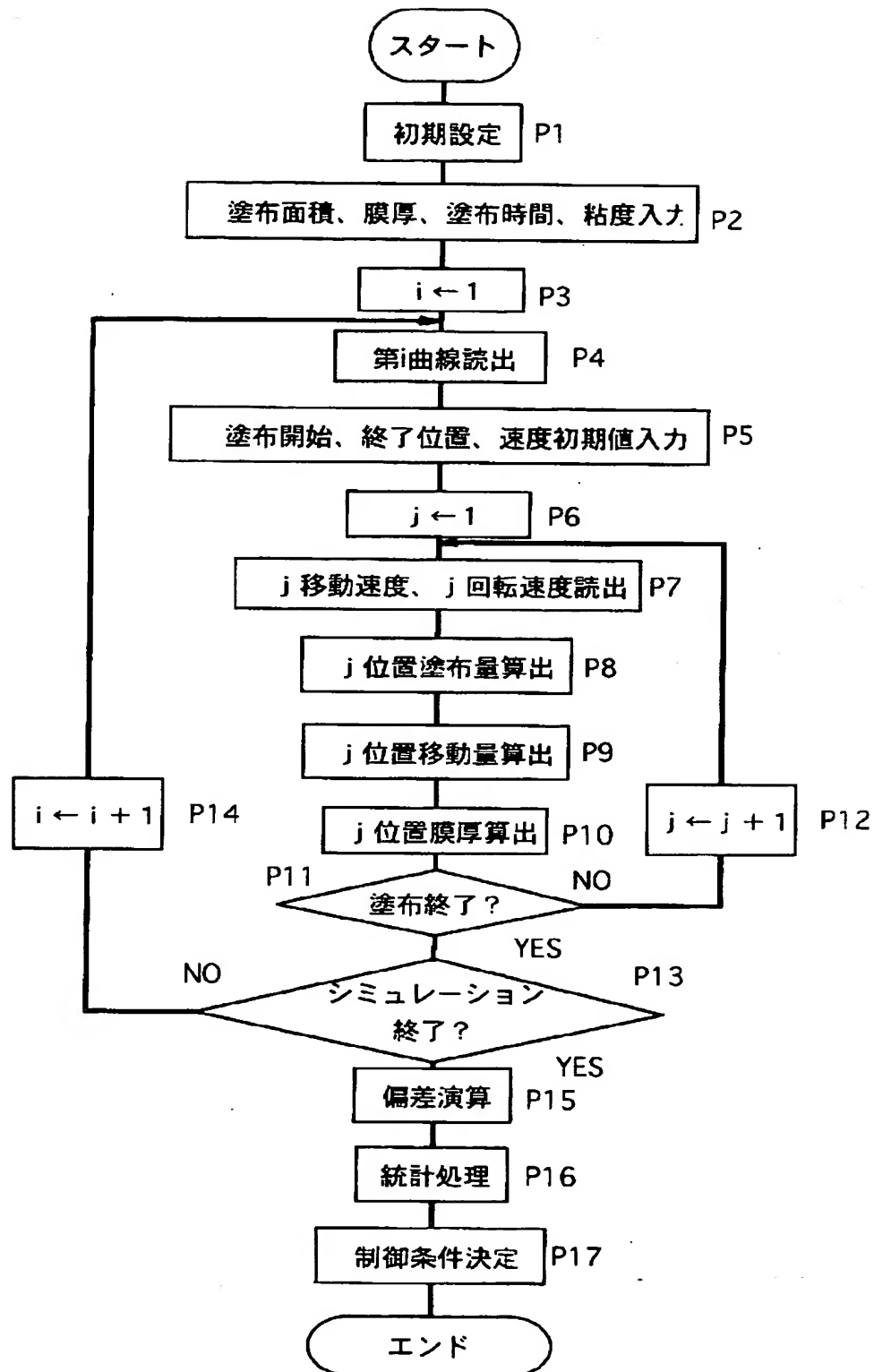


【図5】



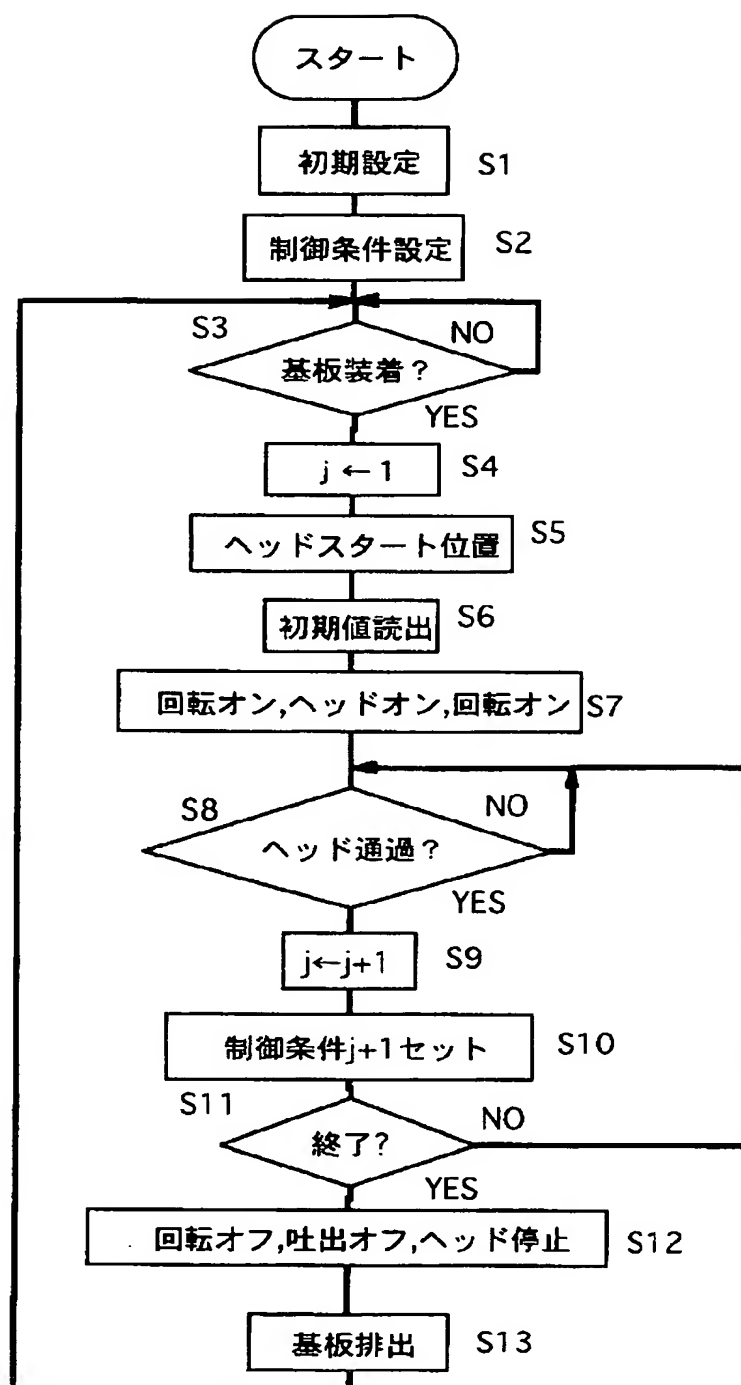
(10)

【図3】



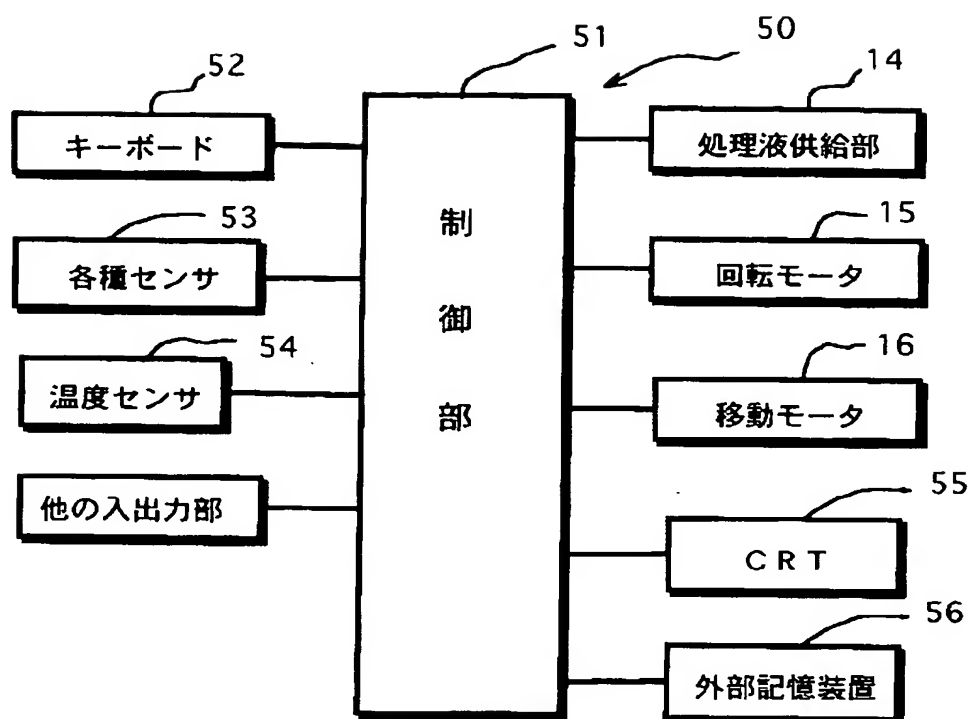
(11)

【図6】



(12)

【図7】





(13)

【図8】

